

f.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-258507

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 15/20

13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20

13/18

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平10-244643

(22) 出願日 平成10年(1998) 8月31日

(31) 優先権主張番号 特願平10-3215

(32) 優先日 平10(1998) 1月9日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号

(72) 発明者 宮内裕司

東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号オリン

パス光学工業株式会社内

(72) 発明者 石井敦次郎

東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号オリン

パス光学工業株式会社内

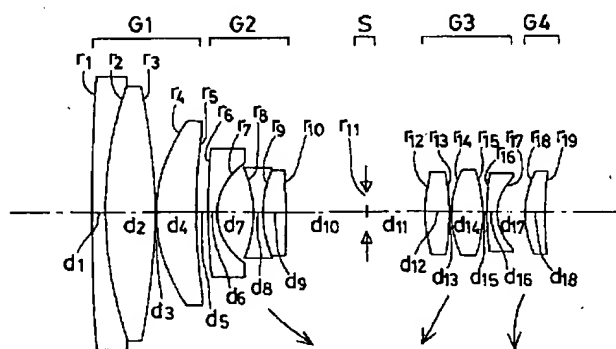
(74) 代理人 弁理士 荏澤 弘 (外 7 名)

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 従来例に対してさらに小型化と低コスト化に適したズームレンズ。

【解決手段】 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群G1、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群G2、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群G3、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群G4を有し、第3群G3のパワーに関する条件式(1)、第3群G3の変倍時の移動量に関する条件式(2)、あるいは、第3群G3と第4群G4の合成パワーに関する条件式(3)を満足する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正

$$0.5 < |F_2 / F_3| < 1.2$$

ここで、 $F_i$  は第  $i$  群の焦点距離である。

【請求項2】 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正

$$0.49 < |L_3 / L_2| < 1$$

ここで、 $L_i$  は第  $i$  群の広角端から望遠端にかけての移動量である。

【請求項3】 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正

$$2 < (F_{3,4W}) / IH < 3.3$$

ここで、 $(F_{3,4W})$  は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、 $IH$  はイメージサークル半径である。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ズームレンズに関し、特に、カムコーダーやデジタルカメラ等の電子撮像手段を用いたカメラ用の小型で低コストなズームレンズに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この分野のズームレンズであつて民生用に小型化、低コスト化が図られたものとして、特開平4-43311号に示されるものや、特開平4-78806号に示されるもののよう、物体側から順に正・負・正・正の4群で構成され、第1群と第3群が変倍時に固定され、負の第2群が光軸上を移動して変倍し、第4群が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように光軸上を移動するものが提案されている。これに対して、特開平6-94997号や特開平6-194572号に示されるように、第3群が広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動して変倍作用を助けることによって、さらに小型化を図ったものがある。これらには変倍比が8~12倍程度の比較的変倍比が高いズームレンズが示されている。ところで、さらにレンズ系の小型化や低コスト化を重視して変倍比の小さいレンズ系を考えた場合には、これらに示される例では構成枚数も多く、まだ小型化が十分でない。

【0003】 ところで、上記の特開平6-94997号や特開平6-194572号に示されたものは、その変倍作用の大部分を第2群が担っている。この場合、像点を略一定に保つために、第2群の横倍率は広角端から望遠端にわたって-1前後の範囲をとらなければならない。ところが、変倍比をこれよりも小さくして、さらに小型化を図る場合には、第2群の移動量が小さくてすむため、移動量が小さくなったことによる第1群と第2

の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

$$\dots (1)$$

の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

$$\dots (2)$$

の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

$$\dots (3)$$

群の間のスペースの余裕を小型化のためにぎりぎりまで詰めて構成することが効率的である。

【0004】 ところが、第1群と第2群の間隔を詰めた状態で第2群が-1前後の横倍率をとって変倍するためには、第2群に対する第1群のパワーを強くしなければならない。これによって入射瞳が遠くなるため、第1群を通る軸外光線の光線高が大きくなって第1群のレンズ系が大型化し、これに伴って第1群のレンズの肉厚も大きくなる。また、第1群の各レンズの曲率を大きくしなければならないため、レンズのコバ肉（縁肉）確保のためにも、第1群レンズの肉厚が増大することになる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は従来技術のこのような現状に鑑みてなされたものであり、その目的は、従来例に対してさらに小型化と低コスト化に適したズームレンズを提供することである。

【0006】 本発明の具体的な課題の1つは、4群構成のズームレンズにおいて、第2群に対する第1群のパワーの比を大きくすることなく、変倍比を確保し、小型化を図ることである。

【0007】 本発明の具体的な課題のもう1つは、デジタルカメラ等に適したズームレンズとして、CCD等の撮像素子を考慮してテレセントリックに近い射出光束を実現し、また、ローパスフィルターや光束分割素子等を必要に応じて配置できるようにバックフォーカスを確保し、かつ、良好な結像性能を確保し、また、少ない構成枚数で小型なズームレンズを実現することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成する本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有す

る変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすこと

$$0.5 < |F_2 / F_3| < 1.2$$

ここで、 $F_i$  は第  $i$  群の焦点距離である。

【0009】本発明のもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体

$$0.49 < |L_3 / L_2| < 1$$

ここで、 $L_i$  は第  $i$  群の広角端から望遠端にかけての移動量である。

【0010】本発明のさらにもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にか

$$2 < (F_{3,4W}) / IH < 3.3$$

ここで、 $(F_{3,4W})$  は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、 $IH$  はイメージサークル半径である。

【0011】本発明のさらに別のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、前記第3群が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズと像面側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズからなり、前記第3群の物体側の正レンズと接合レンズが共に物体側に向けた凸面の周辺部を周上又はその数カ所で鏡枠部に当て付けた状態で保持されていることを特徴とするものである。

【0012】以下に、本発明において上記構成をとる理由と作用について説明する。近年、カムコーダーやデジタルカメラ等の電子撮像手段を用いたカメラ分野においても、民生用として小型で低コストなズームレンズへの要求が強まっている。このような要求に応えられるものとして先にあげた6-94997号や特開平6-194572号に示されるものがある。これらは先に述べたように、変倍比が8~12程度のものであり、その変倍作用の大部分は第2群が担っている。この場合、像点を略一定に保つために、第2群の横倍率は広角端から望遠端にわたって-1前後の範囲をとらなければならない。

【0013】ところが、変倍比をこれよりも小さくするとさらに小型化を図る場合には、第2群の移動量が小さくてすむため、移動量が小さくなったことによる第1群と第2群の間のスペースの余裕を小型化のためにぎりぎ

$$0.6 < |F_2 / F_3| < 1$$

また、本発明では、上記のように第3群に比較的大きな変倍作用を持たせるため、第3群の変倍時の移動量を大きくする必要がある。条件式(2)はこれに関するもので、第2群と第3群の広角端から望遠端にかけての移動量の比に関して規定したものである。条件式(2)の下限の0.49を越えて第3群の第2群に対する移動量が小さくなると、第3群に十分な変倍作用を持たせることができなくなり、好ましくない。また、上限の1を越え

る特徴とするものである。

... (1)

側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするものである。

... (2)

けて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするものである。

... (3)

りまで詰めて構成することが効率的である。

【0014】ところが、第1群と第2群の間隔を詰めた状態で第2群が-1前後の横倍率をとって変倍するためには、第2群に対する第1群のパワーを強くしなければならない。これによって入射瞳が遠くなるため、第1群を通る軸外光線の光線高が大きくなって第1群のレンズ系が大型化し、これに伴って第1群のレンズの肉厚も大きくなる。また、第1群の各レンズの曲率を大きくしなければならないため、レンズのコバ肉(縁肉)確保のためにも第1群レンズの肉厚が増大することになる。

【0015】これに対して、本発明では第3群の変倍作用の負担の割合を大きくすることによってこれらの問題を回避し、第1群と第2群のパワーの比を余り変えずに、変倍比を確保し、小型化を図っている。このとき、第3群が大きな変倍作用を持つためには、第3群が比較的大きなパワーを持つ必要があり、条件式(1)はこれについて規定したものである。ここで、(1)式の下限の0.5を越えて第3群のパワーが第2群のパワーに対して弱くなると、第3群の変倍時の移動量が大きくなりすぎ、また、それに伴って像面位置を一定に保つための第2群の移動量も大きくなって小型化の妨げとなる。また、上限の1.2を越えて第3群の第2群に対するパワーが強くなると、第3群における非点収差の発生量が大きくなりすぎ、また、第3群と第3群の物点との距離が短くなりすぎるために、第2群、第3群間に十分な間隔がとれなくなるため、好ましくない。また、次の条件式を満たせばさらに望ましい。

【0016】

... (4)

て第3群の第2群に対する移動量が大きくなると、第3群の変倍時の非点収差やコマ収差等の収差変動が大きくなりすぎると共に、望遠端での第3群と第3群の物点との距離が短くなりすぎて、第2群と第3群の間隔が十分に確保できなくなり、好ましくない。

【0017】また、本発明のような正・負・正・正の4群ズームの場合、第1群と第2群による虚像を撮像面にリレーする第3群と第4群のパワーを強くして、第1群

と第2群による虚像の位置と撮像面との距離を縮めることがレンズ系全長の短縮に対して有効なため、第3群と第4群の合成パワーを強くするような構成をとっている。条件式(3)はこれに関するもので、条件式(3)の上限の3.3を越えて第3群と第4群の広角端での合成焦点距離がイメージサークル半径(像高)IHに対して大きくなる(パワーが弱くなる)と、上記の理由で小型化が十分でなくなる。また、条件式(3)の下限の2を越えて第3群と第4群の広角端での合成焦点距離がイメージサークル半径に対して小さくなる(パワーが強くなる)と、第3群と第4群で発生する非点収差が大きくなりすぎると共に、第3群と第3群の物点との距離が短くなりすぎて、望遠端における第2群と第3群の間隔が十分にとれなくなり、好ましくない。

$$0.3 < F_3 / F_4 < 0.8$$

ここで、 $F_i$ は第i群の焦点距離である。条件式(5)の上限の0.8よりも第3群の焦点距離の第4群の焦点距離に対する比を小さくすることによって、従来に比較してより小型化を達成することができる。また、条件式(5)の下限0.3を越えて第3群の焦点距離の第4群の焦点距離に対する比が小さくなると、第4群のパワーが弱くなりすぎ、第4群でフォーカシングする場合のフォーカシング移動量が大きくなりすぎ、フォーカシングに伴う収差変動が大きくなって好ましくない。

$$0.4 < |\beta_{2T}| < 1$$

ここで、 $\beta_{2T}$ は第2群の望遠端での横倍率である。

【0023】(6)式は第2群の望遠端における横倍率の絶対値を規定したもので、下限の0.4を越えて第2群の望遠端における横倍率の絶対値が小さくなると、第2群による変倍作用が十分でなくなると共に、第1群のパワーが弱くなりすぎて、レンズの小型化が達成できなくなる。また、上限の1を越えて第2群の望遠端における横倍率の絶対値が大きくなると、第3群の変倍作用が十分でなくなると共に、第1群のパワーが強くなりすぎて、第1群のレンズ系が大きくなって小型化の妨げとなる。

【0024】また、第3群は、第3群の結像倍率を変えなく、パワーを強くしてレンズ系全体の小型化に寄与することが好ましい。このとき、第3群と第3群の物点との距離が近くなることによって望遠端において第2群と第3群が干渉することを避けるため、第3群の主

$$v_{21} < 40$$

ここで、 $v_{21}$ は第2群の最も物体側の負レンズのアップベ数である。

【0026】上記のように、第1群の正レンズで発生する倍率色収差を補正するために、第2群の最も物体側の負レンズのアップベ数は、(7)式の上限の40を越えな

$$v_{21} < 35$$

また、本発明のように第3群を物体側から順に正・正・負の3枚で構成する場合、小型化のために、第3群全体

【0018】また、本発明のようなズームレンズの場合、軸上光束の入射角が比較的小さい第4群でフォーカシングすれば、フォーカシング時の収差変動が小さく好ましい。また、第4群は比較的レンズ径が小さく軽量であるため、フォーカシング時の駆動トルクが少なくてよいという利点がある。

【0019】また、第3群、第4群の合成パワーの中でできるだけ多くを第3群に持たせることが、レンズ全長の短縮に有利である。したがって、本発明では、第4群に対して第3群に比較的大きなパワーを持たせている。以下の条件式(5)はこれに関するもので、第3群の焦点距離の第4群の焦点距離に対する比を規定したものである。

$$【0020】$$

$$\dots (5)$$

【0021】また、本発明では上記のように、第4群が第3群に比べて比較的小さいので、第4群は正レンズ1枚で構成することがレンズ系の小型化の上で望ましい。また、変倍による非点収差の変動を抑えるために、第4群の少なくとも1面を非球面とすることが望ましい。

【0022】また、本発明では、下記の条件式(6)を満たすことが望ましい。

$$\dots (6)$$

点をできるだけ物体側に置くことが望ましい。このため、第3群を物体側から順に正・正・負の3枚で構成し、球面収差を補正するために少なくとも1面を非球面とすることが望ましい。

【0025】また、第2群中の少なくとも1面を非球面とすることで、変倍による非点収差やコマ収差の変動をさらに良好に補正することができる。また、本発明では、前記のように第3群が比較的大きな変倍作用を負担しているため、第1群と第2群にかかる収差補正の負担を軽くできるため、第1群を正レンズ1枚で構成することができる。このとき、第1群で発生する倍率色収差を補正するために、第2群の最も物体側を比較的分散の大きい負レンズで構成することが望ましい。下記の(7)式はこれに関するもので、第2群の最も物体側の負レンズのアップベ数を規定したものである。

$$\dots (7)$$

いことが望ましい。また、下記の条件式(8)を満たすことで、さらに倍率色収差を良好に補正することができる。

$$【0027】$$

$$\dots (8)$$

の主点をできるだけ物体側に置くため、2枚の正レンズは共に物体側に凸面を向け、負レンズは像面側に強い凹

面を向いている形状とすることが望ましい。このような構成としたとき、強い屈折力を持った2枚の正レンズの物体側に向けた凸面と、負レンズの像面側に向けた凹面は、製作時の光軸との偏心誤差が性能の劣化に及ぼす影響が大きくなりやすい。このため、像面側の正レンズと負レンズを接合レンズとし、レンズ保持枠で保持する際に物体側の正レンズと接合レンズが共に物体側に向けた凸面の周辺部を周上又はその数力所で保持枠に当て付けた状態で保持されていることが望ましい。

【0028】また、本発明の別のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第3群は正レンズと負レンズからなる接合レンズを有し、前記第4群は1枚の正レンズからなることを特徴とする構成にすることができる。

【0029】このように構成すると、変倍時、広角端から望遠端にかけて、負の屈折力を有する第2群を物体側から像面側に移動させ、正の屈折力を有する第3群を像面側から物体側に移動させることにより、従来第2群で負担していた変倍の負担を第2群と第3群に分けることができる。これにより、第2群に対する第1群のパワーの比を大きくすることなく、変倍比を確保し、小型化を図ることが達成できる。すなわち、このような構成により、第3群の変倍作用の負担の割合を大きくすることによって、第1群と第2群のパワーの比を大きくすることなく、変倍比を確保し、小型化を図ることができる。

【0030】次に、この場合に、第3群が正レンズと負レンズからなる接合レンズを有する作用効果を説明する。第3群を変倍時可動群としたことにより、変倍時の収差変動に対する第3群の収差補正の負担が大きくなり、また、色収差を良好に補正する必要がある。このため、第3群は少なくとも正レンズ成分と負レンズ成分が必要となる。このとき、正レンズと負レンズに相對偏心が生じると結像性能が大きく劣化する。上記構成では、第3群に正レンズと負レンズからなる接合レンズを採用することにより、正レンズと負レンズの間の偏心を容易に小さくすることができる。すなわち、第3群の変倍作用の負担の割合を大きくし、かつ、色収差を良好に補正し、かつ、偏心による画質の劣化が起き難くすることを達成できた。また、上記構成では、従来第2群で負担していた変倍の負担を第2群と第3群に分けているが、これにより、4群にかかる収差補正の負担を減らすことにも成功し、第4群を1枚の正レンズで構成することにより、結像性能と小型化を達成できる。

【0031】上記の構成において、第4群の正レンズの少なくとも1面は非球面であるようにすることが望ましい。

【0032】上記の第4群を1枚の正レンズで構成する場合に、第4群が1枚の非球面を有することにより、変倍の負担を第2群と第3群に分け、軽くなった第4群が負担する収差補正をさらに良好に行い、低コスト、小型化を達成することができる。なお、非球面の形成はいわゆるガラスプレスによるものでもよいし、ガラス等の基材の上に薄い樹脂層を配置する方法（いわゆるハイブリッド型）でもよいし、プラスチックの成形によるものでもよい。

【0033】また、本発明のもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第2群と第3群はそれぞれ正レンズと負レンズからなる接合レンズを有することを特徴とする構成にすることができる。

【0034】このように構成すると、変倍時広角端から望遠端にかけて、負の屈折力を有する第2群を物体側から像面側に移動させ、正の屈折力を有する第3群を像面側から物体側に移動させることにより、従来第2群で負担していた変倍の負担を第2群と第3群に分けることができる。これにより、第2群に対する第1群のパワーの比を大きくすることなく、変倍比を確保し、小型化を図ることが達成できる。すなわち、この構成では、第3群の変倍作用の負担の割合を大きくすることによって、第1群と第2群のパワーの比を大きくすることなく変倍比を確保し、小型化を図ることができる。

【0035】次に、この場合に、第3群が正レンズと負レンズからなる接合レンズを有する作用効果を説明する。第3群を変倍時可動群としたことにより、変倍時の収差変動に対する第3群の収差補正の負担が大きくなり、また、色収差を良好に補正する必要がある。このため、第3群は少なくとも正レンズ成分と負レンズ成分が必要となる。このとき、正レンズと負レンズに相對偏心が生じると結像性能が大きく劣化する。上記構成では、第3群に正レンズと負レンズからなる接合レンズを採用することにより、正レンズと負レンズの間の偏心を容易に小さくすることができる。すなわち、第3群の変倍作用の負担の割合を大きくし、かつ、色収差を良好に補正し、かつ、偏心による画質の劣化が起き難くすることを達成できた。第2群も負担が軽くなったとは言え変倍時可動群であり、変倍時の収差変動に対する第2群の収差補正の負担が大きく、色収差の補正を良好に補正する必要がある。このため、第2群は、少なくとも正レンズ成分と負レンズ成分が必要となる。このとき、正レンズと負レンズに相對偏心が生じると結像性能が大きく劣化する。上記構成では、第2群に正レンズと負レンズからなる接合レンズを採用することにより、正レンズと負レン

ズのための偏心を容易に小さくすることができる。すなわち、偏心による画質の劣化が起き難くすることを達成できた。

【0036】また、本発明のもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第3群は物体側より正レンズと、正レンズと負レンズからなる接合レンズとから構成されていることを特徴とする構成にすることができる。

【0037】このように構成すると、変倍時広角端から望遠端にかけて、負の屈折力を有する第2群を物体側から像面側に移動させ、正の屈折力を有する第3群を像面側から物体側に移動させることにより、従来第2群で負担していた変倍の負担を第2群と第3群に分けることができる。これにより、第2群に対する第1群のパワーの比を大きくすることなく、変倍比を確保し、小型化を図ることが達成できる。すなわち、この構成では、第3群の変倍作用の負担の割合を大きくすることによって、第1群と第2群のパワーの比を大きくすることなく変倍比を確保し、小型化を図ることができる。また、第3群を物体側から順に正・正・負の3枚で構成することにより、第3群全体の主点を物体側に配置でき、さらなる小型化を達成している。すなわち、負レンズは色収差補正のために必要であり、正レンズを2枚配置することより強い正のパワーと第3群自体の小型化（簡易な構成）を達成している。さらに、第3群を物体側から順に、正・正・負と配置することにより、少ない枚数で諸収差を良好に補正し、また、第3群全体の主点を物体側に配置し、望遠端での第2群と第3群の主点位置を効率的に近づけることができ、全系のさらなる小型化を達成している。

【0038】また、本発明のもう1つのズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第3群は、物体側から順に、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メネスカスレンズと負メネスカスレンズの接合レンズとからなり、前記第4群は物体側面の曲率が大きい両凸レンズからなることを特徴とする構成にすることができる。

【0039】この構成において、第3群を、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた正メネスカスレンズと負メネスカスレンズの接合レンズとから構成することにより、第3群全体の主点を

$$8 < F_1 / IH < 20$$

ただし、 $F_1$ は第1群の焦点距離、 $IH$ は像高（像の中

より物体側に置くことができ、レンズ系の小型化を達成することができる。また、正メネスカスレンズと負メネスカスレンズを接合レンズとすることにより、偏心による性能劣化を抑えている。第3群をこのような構成とすることで、第4群を単レンズ1枚で構成することができ、さらにその単レンズを物体側の曲率が大きい両凸レンズとすることで、第3群、第4群のレンズ枚数を最小限にしたまま、像面に入射する光線をテレセントリックに近づけることと、バックフォーカスの確保ができ、前記のもう1つ課題を解決している。

【0040】また、本発明のもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第1群は1枚の正レンズから構成され、前記第2群は、物体側から順に、単レンズと、負レンズと正レンズの接合レンズとの3枚のレンズが配置され、前記第3群は、物体側から順に、単レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとの3枚のレンズが配置され、前記第4群は1枚の正レンズからなることを特徴とする構成にすることができる。

【0041】この構成により、少ない構成枚数で、かつ、良好の結像性能を得ることのできるデジタルカメラに好適な正・負・正・正のズームレンズを達成することができる。すなわち、収差補正の負担を第2群と第3群に集中させる構成を採用して、収差補正の負担の少ない第1群と第4群はそれぞれ1枚の正レンズで構成できる。収差補正の負担の大きい第2群の構成を、物体側から順に、単レンズと負レンズと正レンズの接合レンズとにすることにより、最少枚数で第2群単独で発生する色収差を始めとする諸収差を小さくすることができ、さらなる小型化に寄与できる。さらに、第2群の負レンズと正レンズを接合レンズとして偏心による性能劣化を抑えている。収差補正の負担の大きい第3群の構成を、物体側から順に、単レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとにすることにより、最少枚数で第3群単独で発生する色収差を始めとする諸収差を小さくすることができ、さらなる小型化に寄与できる。さらに、第3群の正レンズと負レンズを接合レンズとして偏心による性能劣化を抑えている。

【0042】なお、第1群のパワーを弱くすることにより、第1群での収差の発生量を少なくすることができ、第2群、第3群での第1群で発生した収差補正の負担が軽減され望ましい。また、以下の条件式を満足することが望ましい。

【0043】

・・・(9)

心から像の最周辺までの長さ。イメージサークル半径と

同じ。)である。条件式(9)の下限の8を越えると、第1群での収差の発生量が大きくなり、好ましくなく、上限の20を越えると、第1群のパワーが弱くなり、十分な変倍比を確保できなくなるか、小型化が図れなくなる。

【0044】さらに、本発明のもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第1群は正レンズと負レンズの2枚のレンズからなり、第2群又は第3群中に少なくとも一組の正レンズと負レンズの接合レンズを含むことを特徴とする構成にすることができる。

【0045】この構成において、第1群の構成を正レンズと負レンズの2枚のレンズとすることにより、第1群のパワーに係わらず第1群で発生する色収差を小さくでき、その後の群の色収差の補正の負担を軽減でき、その結果、光学系全体を小型化することができる。この際、第2群あるいは第3群に正レンズと負レンズの接合レンズを有することによって、第1群以外でも発生する色収差の低減が図れ、かつ、偏心等による結像性能の劣化を防ぐことができ、その結果、構成枚数や製作コストや小型化に有利な光学系が達成できる。

#### 【0046】

【発明の実施の形態】以下、本発明のズームレンズの実施例1~10について説明する。図1~図10にそれぞれ実施例1~10のズームレンズの広角端でのレンズ配置を示す断面図を示す。各実施例の数値データは後記する。

【0047】実施例1は、焦点距離5.50~15.75、画角66.42°~24°のズームレンズであり、図1に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズ2枚と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、第4群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

【0048】実施例2は、焦点距離5.52~15.91、画角67.04°~23.72°のズームレンズであり、図2に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの

接合レンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズ2枚と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

【0049】実施例3は、焦点距離5.50~15.81、画角66.82°~23.88°のズームレンズであり、図3に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの接合レンズからなり、第2群G2は、両凹レンズと、正レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、第4群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなる。第2群G2の最も像面側の面と、第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

【0050】実施例4は、焦点距離5.50~15.87、画角64.93°~24.87°のズームレンズであり、図4に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと負メニスカスレンズとの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

【0051】実施例5は、焦点距離5.50~15.86、画角68.30°~24.54°のズームレンズであり、図5に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズか



らなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第2群G2の最も像面側の面と、第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

【0052】なお、実施例5においては、図11に示すように、第3群G3の物体側の正レンズ $L_{31}$ と接合レンズ $L_{32}$ が共に物体側に向けた凸面の周辺部を周上又はその数力所で保持枠1に当て付けた状態で保持されており、性能に影響を及ぼしやすい偏心誤差が小さくなるようにされている。

【0053】実施例6は、焦点距離6.608~19.098、画角67.32°~25.95°のズームレンズであり、図6に示すように、第1群G1は、凸平レンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

【0054】実施例7は、焦点距離6.613~18.999、画角67.68°~26.08°のズームレンズであり、図7に示すように、第1群G1は、凸平レンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズと、像面側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる。第3群G3の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

【0055】実施例8は、焦点距離6.548~19、

画角67.80°~26.08°のズームレンズであり、図8に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

【0056】実施例9は、焦点距離6.562~19、画角67.69°~26.08°のズームレンズであり、図9に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

【0057】実施例10は、焦点距離6.46~19、画角68.52°~26.08°のズームレンズであり、図10に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

【0058】以下に、上記各実施例の数値データを示すが、記号は上記の外、fは全系焦点距離、 $F_{No}$ はFナン



バー、 $r_1$ 、 $r_2$ …は各レンズ面の曲率半径、 $d_1$ 、 $d_2$ …は各レンズ面間の間隔、 $n_{d1}$ 、 $n_{d2}$ …は各レンズのd線の屈折率、 $\nu_{d1}$ 、 $\nu_{d2}$ …は各レンズのd線のアッペ数である。なお、非球面形状は、 $x$ を光の進行方向を正とした光軸とし、 $y$ を光軸と直行する方向にとると、下記の式にて表される。

$$x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (K + 1) (y / r)\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} + A_{12} y^{12}$$

#### 実施例 1

$f$	5.505 ~ 9.536 ~ 15.745		
$F_{No}$	2.792 ~ 3.216 ~ 4.113		
$r_1$	186.5411	$d_1$	1.2000 $n_{d1}$ = 1.84666 $\nu_{d1}$ = 23.78
$r_2$	39.3312	$d_2$	3.9807 $n_{d2}$ = 1.48749 $\nu_{d2}$ = 70.23
$r_3$	-56.8902	$d_3$	0.1800
$r_4$	14.7260	$d_4$	3.2694 $n_{d3}$ = 1.69680 $\nu_{d3}$ = 55.53
$r_5$	62.1210	$d_5$	(可変)
$r_6$	74.5065	$d_6$	0.8400 $n_{d4}$ = 1.77250 $\nu_{d4}$ = 49.60
$r_7$	5.5423	$d_7$	2.9761
$r_8$	-9.7293	$d_8$	0.8400 $n_{d5}$ = 1.48749 $\nu_{d5}$ = 70.21
$r_9$	11.8229	$d_9$	1.8000 $n_{d6}$ = 1.84666 $\nu_{d6}$ = 23.78
$r_{10}$	-139.7255	$d_{10}$	(可変)
$r_{11}$	$\infty$ (絞り)	$d_{11}$	(可変)
$r_{12}$	11.6742 (非球面)	$d_{12}$	1.9422 $n_{d7}$ = 1.58913 $\nu_{d7}$ = 61.18
$r_{13}$	-23.0900	$d_{13}$	0.1500
$r_{14}$	8.6783	$d_{14}$	2.6167 $n_{d8}$ = 1.72916 $\nu_{d8}$ = 54.68
$r_{15}$	-12.4135	$d_{15}$	0.3000
$r_{16}$	26.9742	$d_{16}$	0.7000 $n_{d9}$ = 1.84666 $\nu_{d9}$ = 23.78
$r_{17}$	4.2272	$d_{17}$	(可変)
$r_{18}$	9.6808	$d_{18}$	1.6130 $n_{d10}$ = 1.72916 $\nu_{d10}$ = 54.68
$r_{19}$	32.9326		

#### ズーム間隔

$f$	5.505	9.536	15.745
$d_5$	0.9695	4.4520	6.3793
$d_{10}$	6.7009	3.2199	1.3000
$d_{11}$	4.8930	3.4069	0.9360
$d_{17}$	2.4323	3.4685	5.3700

#### 非球面係数

##### 第 1 2 面

#### 実施例 2

$f$	5.524 ~ 9.537 ~ 15.914		
$F_{No}$	2.784 ~ 3.389 ~ 4.215		
$r_1$	18.1384	$d_1$	1.2000 $n_{d1}$ = 1.84666 $\nu_{d1}$ = 23.78
$r_2$	12.8515	$d_2$	5.1730 $n_{d2}$ = 1.60311 $\nu_{d2}$ = 60.64
$r_3$	229.0224	$d_3$	(可変)
$r_4$	41.3044	$d_4$	0.7827 $n_{d3}$ = 1.65160 $\nu_{d3}$ = 58.55

$$2 \}^{1/2} + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} + A_{12} y^{12}$$

ただし、 $r$ は近軸曲率半径、 $K$ は円錐係数、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$ はそれぞれ4次、6次、8次、10次、12次の非球面係数である。

【0059】

$$K = -0.2184$$

$$A_4 = -9.0556 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -2.5457 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 1.4387 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = -9.7103 \times 10^{-8}$$

$$|F_2 / F_3| = 0.714$$

$$F_3 / F_4 = 0.539$$

$$|\beta_{2T}| = 0.897$$

$$|L_3 / L_2| = 0.73$$

$$(F_{3,4W}) / IH = 2.44$$

$$F_1 / IH = 6.97$$

【0060】

$r_5 =$	5.1749	$d_5 =$	3.5350		
$r_6 =$	-33.2963	$d_6 =$	0.7000	$n_{d4} =$	1.56384 $\nu_{d4} =$ 60.67
$r_7 =$	20.7633	$d_7 =$	-0.0132		
$r_8 =$	8.2198	$d_8 =$	1.7596	$n_{d5} =$	1.80518 $\nu_{d5} =$ 25.42
$r_9 =$	13.1948	$d_9 =$	(可変)		
$r_{10} =$	$\infty$ (絞り)	$d_{10} =$	(可変)		
$r_{11} =$	12.3402 (非球面)	$d_{11} =$	3.6983	$n_{d6} =$	1.67790 $\nu_{d6} =$ 55.34
$r_{12} =$	-11.8524	$d_{12} =$	0.8580		
$r_{13} =$	11.4834	$d_{13} =$	2.3550	$n_{d7} =$	1.60311 $\nu_{d7} =$ 60.64
$r_{14} =$	-18.6404	$d_{14} =$	0.1297		
$r_{15} =$	48.4996	$d_{15} =$	0.7000	$n_{d8} =$	1.84666 $\nu_{d8} =$ 23.78
$r_{16} =$	5.5496	$d_{16} =$	(可変)		
$r_{17} =$	14.2502	$d_{17} =$	1.7219	$n_{d9} =$	1.58913 $\nu_{d9} =$ 61.14
$r_{18} =$	-86.9086				

## ズーム間隔

f	5.524	9.537	15.914
$d_3$	0.6836	4.7810	7.8162
$d_9$	8.4251	4.3267	1.3000
$d_{10}$	5.3747	3.2145	0.9360
$d_{16}$	1.9272	3.5002	3.5470

$$K = -0.2184$$

$$A_4 = -7.1086 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 2.9893 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -3.3152 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 1.3762 \times 10^{-7} |F_2 / F_3| = 0.837$$

$$F_3 / F_4 = 0.475$$

$$|\beta_{2T}| = 0.501$$

$$|L_3 / L_2| = 0.62$$

$$(F_{3,4W}) / IH = 2.58$$

$$F_1 / IH = 10.99$$

$$[0061]$$

非球面係数

第 1 1 面

## 実施例 3

$f = 5.505 \sim 9.528 \sim 15.810$					
$F_{N0} = 2.786 \sim 3.348 \sim 4.330$					
$r_1 =$	19.0896	$d_1 =$	1.2000	$n_{d1} =$	1.84666 $\nu_{d1} =$ 23.78
$r_2 =$	14.7521	$d_2 =$	3.0968	$n_{d2} =$	1.60311 $\nu_{d2} =$ 60.64
$r_3 =$	-7692.3867	$d_3 =$	(可変)		
$r_4 =$	-76.4386	$d_4 =$	0.8400	$n_{d3} =$	1.77250 $\nu_{d3} =$ 49.60
$r_5 =$	4.8598	$d_5 =$	1.8112		
$r_6 =$	18.2814	$d_6 =$	1.7596	$n_{d4} =$	1.80518 $\nu_{d4} =$ 25.42
$r_7 =$	$\infty$ (非球面)	$d_7 =$	(可変)		
$r_8 =$	$\infty$ (絞り)	$d_8 =$	(可変)		
$r_9 =$	7.3400 (非球面)	$d_9 =$	2.6421	$n_{d5} =$	1.58913 $\nu_{d5} =$ 61.18
$r_{10} =$	-22.1205	$d_{10} =$	0.1500		
$r_{11} =$	8.0241	$d_{11} =$	1.9734	$n_{d6} =$	1.72916 $\nu_{d6} =$ 54.68
$r_{12} =$	52.4926	$d_{12} =$	0.1500		
$r_{13} =$	14.0423	$d_{13} =$	0.7000	$n_{d7} =$	1.84666 $\nu_{d7} =$ 23.78
$r_{14} =$	4.0797	$d_{14} =$	(可変)		
$r_{15} =$	10.1820 (非球面)	$d_{15} =$	1.7446	$n_{d8} =$	1.58913 $\nu_{d8} =$ 61.14
$r_{16} =$	1133.0330				

## ズーム間隔

f	5.505	9.528	15.810
d <sub>3</sub>	1.1566	5.4711	8.0959
d <sub>7</sub>	8.2383	3.9238	1.3000
d <sub>8</sub>	5.6465	3.6256	0.9360
d <sub>14</sub>	2.0735	3.4220	4.4638

非球面係数

第 7 面

K = 0

$$A_4 = -5.8146 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -3.5256 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -1.1100 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 9.7216 \times 10^{-9}$$

第 9 面

$$K = -0.2184$$

$$A_4 = -5.1506 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -2.2707 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 2.5686 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -1.0482 \times 10^{-8}$$

第 15 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.2630 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 1.7763 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -1.5096 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 9.3766 \times 10^{-8}$$

$$|F_2/F_3| = 0.866 F_3 / F_4 = 0.591$$

$$|\beta_{2T}| = 0.575$$

$$|L_3/L_2| = 0.68$$

$$(F_{3,4W})/IH = 2.52$$

$$F_1/IH = 10.06$$

【0062】

## 実施例 4

$$f = 5.502 \sim 9.509 \sim 15.873$$

$$F_{N0} = 2.777 \sim 3.341 \sim 4.352$$

r <sub>1</sub> = 16.5657	d <sub>1</sub> = 3.6105	n <sub>d1</sub> = 1.48749	ν <sub>d1</sub> = 70.23
r <sub>2</sub> = 570.4842	d <sub>2</sub> = (可変)		
r <sub>3</sub> = 33.8910	d <sub>3</sub> = 0.8356	n <sub>d2</sub> = 1.84666	ν <sub>d2</sub> = 23.78
r <sub>4</sub> = 5.4863	d <sub>4</sub> = 2.6452		
r <sub>5</sub> = -13.8594	d <sub>5</sub> = 0.8000	n <sub>d3</sub> = 1.48749	ν <sub>d3</sub> = 70.23
r <sub>6</sub> = 7.7346	d <sub>6</sub> = 2.6020	n <sub>d4</sub> = 1.84666	ν <sub>d4</sub> = 23.78
r <sub>7</sub> = 423.2622	d <sub>7</sub> = (可変)		
r <sub>8</sub> = ∞ (絞り)	d <sub>8</sub> = (可変)		
r <sub>9</sub> = 8.6181 (非球面)	d <sub>9</sub> = 3.3470	n <sub>d5</sub> = 1.56384	ν <sub>d5</sub> = 60.67
r <sub>10</sub> = -16.8991	d <sub>10</sub> = 0.1208		
r <sub>11</sub> = 7.7569	d <sub>11</sub> = 2.8653	n <sub>d6</sub> = 1.77250	ν <sub>d6</sub> = 49.60
r <sub>12</sub> = 258.5476	d <sub>12</sub> = 0.7000	n <sub>d7</sub> = 1.84666	ν <sub>d7</sub> = 23.78
r <sub>13</sub> = 4.5291	d <sub>13</sub> = (可変)		
r <sub>14</sub> = 9.7155 (非球面)	d <sub>14</sub> = 2.4486	n <sub>d8</sub> = 1.56384	ν <sub>d8</sub> = 60.67
r <sub>15</sub> = -47.1886			

## ズーム間隔

f	5.502	9.509	15.873
d <sub>1</sub>	0.9830	5.3731	8.0323
d <sub>7</sub>	8.3593	3.9739	1.3000
d <sub>8</sub>	6.5283	4.2008	0.9360
d <sub>13</sub>	2.2562	3.7723	5.1579

非球面係数

第 9 面

$$K = -0.2184$$

$$A_4 = -3.1865 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 2.3167 \times 10^{-7}$$

## 実施例 5

$$f = 5.504 \sim 9.432 \sim 15.856$$

$$F_{No} = 1.990 \sim 2.270 \sim 2.711$$

r <sub>1</sub> = 18.2001	d <sub>1</sub> = 1.1730	n <sub>d1</sub> = 1.80518	ν <sub>d1</sub> = 25.42
r <sub>2</sub> = 13.0296	d <sub>2</sub> = 0.3357		
r <sub>3</sub> = 13.9728	d <sub>3</sub> = 4.8470	n <sub>d2</sub> = 1.69680	ν <sub>d2</sub> = 55.53
r <sub>4</sub> = 3102.7527	d <sub>4</sub> = (可変)		
r <sub>5</sub> = 424.6070	d <sub>5</sub> = 0.8000	n <sub>d3</sub> = 1.77250	ν <sub>d3</sub> = 49.60
r <sub>6</sub> = 5.6105	d <sub>6</sub> = 2.9586		
r <sub>7</sub> = -105.0017	d <sub>7</sub> = 0.8000	n <sub>d4</sub> = 1.48749	ν <sub>d4</sub> = 70.23
r <sub>8</sub> = 10.6618	d <sub>8</sub> = 2.3225	n <sub>d5</sub> = 1.72250	ν <sub>d5</sub> = 29.20
r <sub>9</sub> = 74.1193 (非球面)	d <sub>9</sub> = (可変)		
r <sub>10</sub> = ∞ (絞り)	d <sub>10</sub> = (可変)		
r <sub>11</sub> = 9.2181 (非球面)	d <sub>11</sub> = 2.9948	n <sub>d6</sub> = 1.66910	ν <sub>d6</sub> = 55.40
r <sub>12</sub> = -30.4447	d <sub>12</sub> = 0.1424		
r <sub>13</sub> = 7.5345	d <sub>13</sub> = 2.5546	n <sub>d7</sub> = 1.67790	ν <sub>d7</sub> = 55.34
r <sub>14</sub> = 80.3022	d <sub>14</sub> = 0.7000	n <sub>d8</sub> = 1.84666	ν <sub>d8</sub> = 23.78
r <sub>15</sub> = 4.9693	d <sub>15</sub> = (可変)		
r <sub>16</sub> = 9.4973 (非球面)	d <sub>16</sub> = 2.8365	n <sub>d9</sub> = 1.66910	ν <sub>d9</sub> = 55.40
r <sub>17</sub> = -38.4689			

## ズーム間隔

f	5.504	9.432	15.856
d <sub>4</sub>	0.7566	5.0506	8.1970
d <sub>9</sub>	8.7125	4.4098	1.3000
d <sub>10</sub>	4.9718	3.2094	0.9360
d <sub>15</sub>	2.2537	3.0666	3.9604

非球面係数

$$A_8 = 1.3223 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -1.9200 \times 10^{-10}$$

第 1 4 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -1.1041 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -2.7188 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 3.7776 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

$$|F_2 / F_3| = 0.779$$

$$F_3 / F_4 = 0.794$$

$$|\beta_{2T}| = 0.586$$

$$|L_3 / L_2| = 0.792$$

$$(F_{3,4W}) / IH = 2.71$$

$$F_1 / IH = 9.98$$

【0 0 6 3】

第 9 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.6558 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 4.2392 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -5.4464 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 1.2756 \times 10^{-8}$$

第 1 1 面

$$K = -0.2184$$

$$A_4 = -1.8121 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -1.3295 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 1.4549 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -4.6461 \times 10^{-9}$$

第 1 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.5114 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 3.1103 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -1.1345 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

$$|F_2/F_3| = 0.628$$

$$F_3/F_4 = 1.088$$

実施例 6

$$f = 6.608 \sim 11.270 \sim 19.098$$

$$F_{N0} = 2.03 \sim 2.36 \sim 2.91$$

$r_1 =$	36.688	$d_1 =$	4.14	$n_{d1} =$	1.48749	$\nu_{d1} =$	70.23
$r_2 =$	$\infty$	$d_2 =$	(可変)				
$r_3 =$	21.750	$d_3 =$	1.25	$n_{d2} =$	1.84666	$\nu_{d2} =$	23.78
$r_4 =$	8.054	$d_4 =$	5.45				
$r_5 =$	-27.511	$d_5 =$	1.00	$n_{d3} =$	1.48749	$\nu_{d3} =$	70.23
$r_6 =$	10.412	$d_6 =$	4.50	$n_{d4} =$	1.84666	$\nu_{d4} =$	23.78
$r_7 =$	40.550	$d_7 =$	(可変)				
$r_8 =$	$\infty$ (絞り)	$d_8 =$	(可変)				
$r_9 =$	17.583 (非球面)	$d_9 =$	3.42	$n_{d5} =$	1.58913	$\nu_{d5} =$	61.30
$r_{10} =$	-35.670	$d_{10} =$	0.20				
$r_{11} =$	9.390	$d_{11} =$	4.35	$n_{d6} =$	1.77250	$\nu_{d6} =$	49.60
$r_{12} =$	87.943	$d_{12} =$	0.90	$n_{d7} =$	1.84666	$\nu_{d7} =$	23.78
$r_{13} =$	6.609	$d_{13} =$	(可変)				
$r_{14} =$	13.553 (非球面)	$d_{14} =$	3.28	$n_{d8} =$	1.58913	$\nu_{d8} =$	61.30
$r_{15} =$	-30.808						

ズーム間隔

f	6.608	11.270	19.098
$d_2$	1.00	9.66	15.80
$d_7$	16.20	7.55	1.50
$d_8$	8.66	5.46	1.50
$d_{13}$	3.46	5.00	5.71

非球面係数

第 9 面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -4.66054 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -1.33346 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 6.88261 \times 10^{-8}$$

実施例 7

$$f = 6.613 \sim 11.256 \sim 18.999$$

$$F_{N0} = 2.64 \sim 3.01 \sim 3.85$$

$r_1 =$	27.567	$d_1 =$	4.40	$n_{d1} =$	1.48749	$\nu_{d1} =$	70.23
$r_2 =$	$\infty$	$d_2 =$	(可変)				
$r_3 =$	34.610	$d_3 =$	1.00	$n_{d2} =$	1.84666	$\nu_{d2} =$	23.78
$r_4 =$	7.611	$d_4 =$	4.17				

$$|\beta_{2T}| = 0.760$$

$$|L_3/L_2| = 0.54$$

$$(F_{3,4W})/IH = 2.67$$

$$F_1/IH = 8.73$$

【0064】

$$A_{10} = -1.18171 \times 10^{-9}$$

$$A_{12} = 1.21868 \times 10^{-12}$$

第 1 4 面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -9.93375 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -9.76311 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = 3.21037 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -1.95172 \times 10^{-8}$$

$$A_{12} = 3.74139 \times 10^{-10}$$

$$|F_2/F_3| = 0.77$$

$$F_3/F_4 = 1.12$$

$$|\beta_{2T}| = 0.35$$

$$|L_3/L_2| = 0.48$$

$$(F_{3,4W})/IH = 3.06$$

$$F_1/IH = 17.10$$

【0065】

$r_5 =$	-26.015	$d_5 =$	0.95	$n_{d3} =$	1.48749	$\nu_{d3} =$	70.23
$r_6 =$	9.781	$d_6 =$	3.36	$n_{d4} =$	1.84666	$\nu_{d4} =$	23.78
$r_7 =$	77.491	$d_7 =$	(可変)				
$r_8 =$	$\infty$ (絞り)	$d_8 =$	(可変)				
$r_9 =$	9.059 (非球面)	$d_9 =$	3.46	$n_{d5} =$	1.58913	$\nu_{d5} =$	61.28
$r_{10} =$	-28.867	$d_{10} =$	0.20				
$r_{11} =$	13.765	$d_{11} =$	3.12	$n_{d6} =$	1.77250	$\nu_{d6} =$	49.60
$r_{12} =$	81.243	$d_{12} =$	0.90	$n_{d7} =$	1.84666	$\nu_{d7} =$	23.78
$r_{13} =$	6.376	$d_{13} =$	(可変)				
$r_{14} =$	16.883	$d_{14} =$	2.54	$n_{d8} =$	1.80400	$\nu_{d8} =$	46.57
$r_{15} =$	-22.639	$d_{15} =$	0.90				
$r_{16} =$	-13.830	$d_{16} =$	1.00	$n_{d9} =$	1.84666	$\nu_{d9} =$	23.78
$r_{17} =$	-20.854						

ズーム間隔

f	6.613	11.256	18.999
$d_5$	1.00	8.49	13.22
$d_7$	13.73	6.24	1.50
$d_8$	8.03	5.46	1.30
$d_{13}$	2.38	3.71	5.53

K = 0.000

 $A_4 = -2.44569 \times 10^{-4}$  $A_6 = 1.63587 \times 10^{-6} A_8 = -2.54100 \times 10^{-7}$  $A_{10} = 1.25155 \times 10^{-8}$  $A_{12} = -2.30862 \times 10^{-10}$  $|F_2 / F_3| = 0.76$  $F_3 / F_4 = 1.09$  $|\beta_{2T}| = 0.50$  $|L_3 / L_2| = 0.55$  $(F_{3,4W}) / IH = 2.79$  $F_1 / IH = 12.85$ 

【0066】

非球面係数  
第9面

実施例 8

f = 6.548 ~ 11.266 ~ 19.000

 $F_{N0} = 2.02 \sim 2.33 \sim 2.80$ 

$r_1 =$	28.972	$d_1 =$	1.50	$n_{d1} =$	1.84666	$\nu_{d1} =$	23.78
$r_2 =$	19.691	$d_2 =$	0.22				
$r_3 =$	20.405	$d_3 =$	4.96	$n_{d2} =$	1.77250	$\nu_{d2} =$	49.60
$r_4 =$	196.549	$d_4 =$	(可変)				
$r_5 =$	42.098	$d_5 =$	1.00	$n_{d3} =$	1.77250	$\nu_{d3} =$	49.60
$r_6 =$	7.090	$d_6 =$	4.71				
$r_7 =$	-42.112	$d_7 =$	0.95	$n_{d4} =$	1.57250	$\nu_{d4} =$	57.74
$r_8 =$	7.798	$d_8 =$	3.63	$n_{d5} =$	1.80100	$\nu_{d5} =$	34.97
$r_9 =$	51.433	$d_9 =$	(可変)				
$r_{10} =$	$\infty$ (絞り)	$d_{10} =$	(可変)				
$r_{11} =$	13.438 (非球面)	$d_{11} =$	2.85	$n_{d6} =$	1.58913	$\nu_{d6} =$	61.30
$r_{12} =$	-33.468	$d_{12} =$	0.20				
$r_{13} =$	16.565	$d_{13} =$	5.00	$n_{d7} =$	1.77250	$\nu_{d7} =$	49.60
$r_{14} =$	-9.106	$d_{14} =$	0.90	$n_{d8} =$	1.68893	$\nu_{d8} =$	31.07
$r_{15} =$	7.645	$d_{15} =$	(可変)				
$r_{16} =$	13.914 (非球面)	$d_{16} =$	5.00	$n_{d9} =$	1.58913	$\nu_{d9} =$	61.30
$r_{17} =$	-26.414						

## ズーム間隔

f	6.548	11.266	19.000
d <sub>4</sub>	1.00	7.40	12.09
d <sub>9</sub>	12.59	6.19	1.50
d <sub>10</sub>	7.10	4.41	1.35
d <sub>15</sub>	2.01	3.28	3.97

非球面係数

第 1 1 面

K = 0.000

A<sub>4</sub> = -1.15802 × 10<sup>-4</sup>A<sub>6</sub> = -2.30929 × 10<sup>-6</sup>A<sub>8</sub> = 9.29778 × 10<sup>-8</sup>A<sub>10</sub> = -1.70572 × 10<sup>-9</sup>

第 1 6 面

K = 0.000

A<sub>4</sub> = -1.50902 × 10<sup>-4</sup>A<sub>6</sub> = 7.59738 × 10<sup>-6</sup>A<sub>8</sub> = -4.34345 × 10<sup>-7</sup>A<sub>10</sub> = 9.20410 × 10<sup>-9</sup>| F<sub>2</sub> / F<sub>3</sub> | = 0.64F<sub>3</sub> / F<sub>4</sub> = 1.07| β<sub>2T</sub> | = 0.56| L<sub>3</sub> / L<sub>2</sub> | = 0.52(F<sub>3,4W</sub>) / I H = 2.81F<sub>1</sub> / I H = 10.96

【 0 0 6 7 】

## 実施例 9

f = 6.562 ~ 11.266 ~ 19.000

F<sub>NO</sub> = 2.03 ~ 2.41 ~ 2.98

r <sub>1</sub> = 27.565	d <sub>1</sub> = 1.80	n <sub>d1</sub> = 1.84666	ν <sub>d1</sub> = 23.78
r <sub>2</sub> = 22.250	d <sub>2</sub> = 5.28	n <sub>d2</sub> = 1.69680	ν <sub>d2</sub> = 55.53
r <sub>3</sub> = 146.290	d <sub>3</sub> = (可変)		
r <sub>4</sub> = 33.155	d <sub>4</sub> = 1.20	n <sub>d3</sub> = 1.84666	ν <sub>d3</sub> = 23.78
r <sub>5</sub> = 7.643	d <sub>5</sub> = 5.94		
r <sub>6</sub> = -32.864	d <sub>6</sub> = 0.95	n <sub>d4</sub> = 1.58913	ν <sub>d4</sub> = 61.14
r <sub>7</sub> = 9.442	d <sub>7</sub> = 5.00	n <sub>d5</sub> = 1.84666	ν <sub>d5</sub> = 23.78
r <sub>8</sub> = 72.713	d <sub>8</sub> = (可変)		
r <sub>9</sub> = ∞ (絞り)	d <sub>9</sub> = (可変)		
r <sub>10</sub> = 13.995 (非球面)	d <sub>10</sub> = 4.65	n <sub>d6</sub> = 1.58913	ν <sub>d6</sub> = 61.30
r <sub>11</sub> = -26.315	d <sub>11</sub> = 0.20		
r <sub>12</sub> = 11.896	d <sub>12</sub> = 5.00	n <sub>d7</sub> = 1.77250	ν <sub>d7</sub> = 49.60
r <sub>13</sub> = -19.763	d <sub>13</sub> = 0.90	n <sub>d8</sub> = 1.80518	ν <sub>d8</sub> = 25.42
r <sub>14</sub> = 7.049	d <sub>14</sub> = (可変)		
r <sub>15</sub> = 12.657 (非球面)	d <sub>15</sub> = 5.00	n <sub>d9</sub> = 1.58913	ν <sub>d9</sub> = 61.30
r <sub>16</sub> = -36.523			

## ズーム間隔

f	6.562	11.266	19.000
d <sub>3</sub>	1.00	7.09	11.56
d <sub>8</sub>	12.07	5.98	1.50
d <sub>9</sub>	7.83	4.88	1.35
d <sub>14</sub>	1.29	3.19	4.54

非球面係数

第 1 0 面

K = 0.000

A<sub>4</sub> = -8.42531 × 10<sup>-5</sup>A<sub>6</sub> = -1.06102 × 10<sup>-6</sup>A<sub>8</sub> = 4.82414 × 10<sup>-8</sup>A<sub>10</sub> = -7.21004 × 10<sup>-10</sup>

第 1 5 面

K = 0.000

A<sub>4</sub> = -1.53723 × 10<sup>-4</sup>A<sub>6</sub> = 8.03934 × 10<sup>-6</sup>A<sub>8</sub> = -4.64104 × 10<sup>-7</sup>A<sub>10</sub> = 9.96594 × 10<sup>-9</sup>| F<sub>2</sub> / F<sub>3</sub> | = 0.72F<sub>3</sub> / F<sub>4</sub> = 0.96| β<sub>2T</sub> | = 0.55



$$\begin{aligned} |L_3/L_2| &= 0.61 \\ (F_{3,4W})/IH &= 2.73 \\ F_1/IH &= 11.41 \end{aligned}$$

【0068】

## 実施例 10

$f = 6.460 \sim 11.267 \sim 19.000$			
$F_{No} = 2.03 \sim 2.36 \sim 2.86$			
$r_1 =$	45.399	$d_1 =$	1.50 $n_{d1} = 1.84666 \quad \nu_{d1} = 23.78$
$r_2 =$	30.450	$d_2 =$	3.42 $n_{d2} = 1.77250 \quad \nu_{d2} = 49.60$
$r_3 =$	73.068	$d_3 =$	0.20
$r_4 =$	30.537	$d_4 =$	4.00 $n_{d3} = 1.60311 \quad \nu_{d3} = 60.64$
$r_5 =$	114.998	$d_5 =$	(可変)
$r_6 =$	37.983	$d_6 =$	1.00 $n_{d4} = 1.80610 \quad \nu_{d4} = 40.92$
$r_7 =$	7.134	$d_7 =$	4.94
$r_8 =$	-34.697	$d_8 =$	0.95 $n_{d5} = 1.59551 \quad \nu_{d5} = 39.24$
$r_9 =$	7.910	$d_9 =$	3.74 $n_{d6} = 1.80518 \quad \nu_{d6} = 25.42$
$r_{10} =$	61.919	$d_{10} =$	(可変)
$r_{11} =$	$\infty$ (絞り)	$d_{11} =$	(可変)
$r_{12} =$	20.148 (非球面)	$d_{12} =$	3.82 $n_{d7} = 1.58913 \quad \nu_{d7} = 61.30$
$r_{13} =$	-27.415	$d_{13} =$	0.20
$r_{14} =$	11.775	$d_{14} =$	5.00 $n_{d8} = 1.77250 \quad \nu_{d8} = 49.60$
$r_{15} =$	-16.598	$d_{15} =$	0.90 $n_{d9} = 1.74077 \quad \nu_{d9} = 27.79$
$r_{16} =$	7.678	$d_{16} =$	(可変)
$r_{17} =$	14.447 (非球面)	$d_{17} =$	5.00 $n_{d10} = 1.58913 \quad \nu_{d10} = 61.30$
$r_{18} =$	-24.089		

## ズーム間隔

f	6.460	11.267	19.000
$d_s$	1.00	7.29	11.76
$d_{10}$	12.25	5.96	1.50
$d_{11}$	7.87	4.72	1.35
$d_{16}$	2.96	4.38	4.80

$$A_{10} = 3.76691 \times 10^{-9}$$

$$\begin{aligned} |F_2/F_3| &= 0.59 \\ F_3/F_4 &= 1.08 \\ |\beta_{2T}| &= 0.55 \\ |L_3/L_2| &= 0.61 \\ (F_{3,4W})/IH &= 2.96 \\ F_1/IH &= 11.19 \end{aligned}$$

【0069】以上の実施例 1 のズームレンズを無限遠物点に合焦したときの広角端と望遠端での収差図をそれぞれ図 12、図 13 に示す。これら図中、(a) は球面収差、(b) は非点収差、(c) は歪曲収差、(d) は倍率色収差、(e) はコマ収差である。

【0070】以上の本発明のズームレンズは例えば次のように構成することができる。

〔1〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第 1 群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第 2 群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第 3 群、正の屈折力を有する変倍時可動の第 4 群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【0071】

・・・ (1)

【0072】〔2〕 物体側から順に、正の屈折力を有

$$0.5 < |F_2/F_3| < 1.2$$

ここで、 $F_i$  は第  $i$  群の焦点距離である。

## 非球面係数

## 第 12 面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -4.84618 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -1.50477 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 6.27337 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = -9.73311 \times 10^{-10}$$

## 第 17 面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.24232 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 4.55032 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -2.09257 \times 10^{-7}$$

する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有す

$$0.49 < |L_3/L_2| < 1$$

ここで、 $L_i$  は第  $i$  群の広角端から望遠端にかけての移動量である。

【0074】〔3〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2

$$2 < (F_{3,4W})/IH < 3.3$$

ここで、 $(F_{3,4W})$  は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、 $IH$  はイメージサークル半径である。

【0076】〔4〕 物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、前記第3群が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズと像面側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズからなり、前記第3群の物体側の正レンズと接合レンズが共に物体側に向けた凸面の周辺部を周上又はその数力所で鏡

$$0.5 < |F_2/F_3| < 1.2$$

$$0.49 < |L_3/L_2| < 1$$

ここで、 $F_i$  は第  $i$  群の焦点距離、 $L_i$  は第  $i$  群の広角端から望遠端にかけての移動量である。

【0079】〔6〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2

$$0.5 < |F_2/F_3| < 1.2$$

$$2 < (F_{3,4W})/IH < 3.3$$

ここで、 $F_i$  は第  $i$  群の焦点距離、 $(F_{3,4W})$  は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、 $IH$  はイメージサークル半径である。

【0081】〔7〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2

$$0.49 < |L_3/L_2| < 1$$

$$2 < (F_{3,4W})/IH < 3.3$$

ここで、 $L_i$  は第  $i$  群の広角端から望遠端にかけての移動量、 $(F_{3,4W})$  は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、 $IH$  はイメージサークル半径である。

【0083】〔8〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2

$$0.5 < |F_2/F_3| < 1.2$$

$$0.49 < |L_3/L_2| < 1$$

$$2 < (F_{3,4W})/IH < 3.3$$

ここで、 $F_i$  は第  $i$  群の焦点距離、 $L_i$  は第  $i$  群の広角端から望遠端にかけての移動量、 $(F_{3,4W})$  は広角端に

る変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【0073】

... (2)

群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【0075】

... (3)

枠部に当て付けた状態で保持されていることを特徴とするズームレンズ。

【0077】〔5〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【0078】

... (1)

... (2)

群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【0080】

... (1)

... (3)

群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【0082】

... (2)

... (3)

群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【0084】

... (1)

... (2)

... (3)

における第3群と第4群の合成焦点距離、 $IH$  はイメージサークル半径である。

【0085】〔9〕 次の条件式を満たすことを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔8〕の何

$$0.6 < |F_2/F_3| < 1$$

ここで、 $F_i$  は第  $i$  群の焦点距離である。

【0087】〔10〕 第4群を光軸方向に移動させて

〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔9〕の何れか1項記載のズームレンズ。

$$0.3 < F_3/F_4 < 0.8$$

ここで、 $F_i$  は第  $i$  群の焦点距離である。

【0090】〔12〕 次の条件式を満たすことを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔11〕

$$0.4 < |\beta_{2T}| < 1$$

ここで、 $\beta_{2T}$  は第2群の望遠端での横倍率である。

【0092】〔13〕 第4群が正レンズ1枚からなることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔12〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0093】〔14〕 第3群が、物体側から順に、正・正・負の3枚のレンズからなることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔13〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0094】〔15〕 第3群の中少なくとも1面が非球面であることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔14〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0095】〔16〕 第4群の中少なくとも1面が非球面であることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔15〕の何れか1項記載のズームレ

$$\nu_{21} < 40$$

ここで、 $\nu_{21}$  は第2群の最も物体側の負レンズのアッベ数である。

【0099】〔19〕 次の条件式を満たすことを特徴

$$\nu_{21} < 35$$

〔20〕 次の条件式を満たすことを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔17〕の何れか1

$$\nu_{21} < 40$$

ここで、 $\nu_{21}$  は第2群の最も物体側の負レンズのアッベ数である。

【0102】〔21〕 次の条件式を満たすことを特徴

$$\nu_{21} < 35$$

ここで、 $\nu_{21}$  は第2群の最も物体側の負レンズのアッベ数である。

【0104】〔22〕 前記第3群が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズと像面側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズからなり、前記第3群の物体側の正レンズと接合レンズが共に物体側に向けた凸面の周辺部を周上又はその数力所で鏡枠部に当て付けた状態で保持されていることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔20〕の何れか1項記載のズームレンズ。

れか1項記載のズームレンズ。

【0086】

... (4)

【0088】〔11〕 次の条件式を満たすことを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔10〕

の何れか1項記載のズームレンズ。

【0089】

... (5)

の何れか1項記載のズームレンズ。

【0091】

... (6)

レンズ。

【0096】〔17〕 第2群の中少なくとも1面が非球面であることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、

〔3〕、〔5〕～〔16〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0097】〔18〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、前記第1群が正レンズ1枚からなり、前記第2群の最も物体側が負レンズで、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【0098】

... (7)

とする上記〔18〕記載のズームレンズ。

【0100】

... (8)

項記載のズームレンズ。

【0101】

... (7)

とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔17〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0103】

... (8)

【0105】〔23〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第3群は正レンズと負レンズからなる接合レンズを有し、前記第4群は1枚の正レンズからなることを特徴とする構成にするズームレンズ。

【0106】〔24〕 前記第4群の正レンズの少なく

とも1面は非球面であることを特徴とする上記〔23〕記載のズームレンズ。

【0107】〔25〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第2群と第3群はそれぞれ正レンズと負レンズからなる接合レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

【0108】〔26〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第3群は物体側より正レンズと、正レンズと負レンズからなる接合レンズとから構成されていることを特徴とするズームレンズ。

【0109】〔27〕 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第3群は、物体側から順に、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、前記第4群は物体側面の曲率が大きい両凸レンズからなることを特徴とするズームレンズ。

【0110】〔28〕 物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第1群は1枚の正レンズから構成され、前記第2群は、物体側から順に、単レンズと、負レンズと正レンズの接合レンズとの3枚のレンズが配置され、前記第3群は、物体側から順に、単レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとの3枚のレンズが配置され、前記第4群は1枚の正レンズからなることを特徴とするズームレンズ。

【0111】〔29〕 物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、

第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第1群は正レンズと負レンズの2枚のレンズからなり、第2群又は第3群中に少なくとも一組の正レンズと負レンズの接合レンズを含むことを特徴とするズームレンズ。

【0112】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、小型で低コストなズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1のズームレンズの広角端での断面図である。

【図2】本発明の実施例2のズームレンズの広角端での断面図である。

【図3】本発明の実施例3のズームレンズの広角端での断面図である。

【図4】本発明の実施例4のズームレンズの広角端での断面図である。

【図5】本発明の実施例5のズームレンズの広角端での断面図である。

【図6】本発明の実施例6のズームレンズの広角端での断面図である。

【図7】本発明の実施例7のズームレンズの広角端での断面図である。

【図8】本発明の実施例8のズームレンズの広角端での断面図である。

【図9】本発明の実施例9のズームレンズの広角端での断面図である。

【図10】本発明の実施例10のズームレンズの広角端での断面図である。

【図11】実施例5の第3群の保持構造を示す図である。

【図12】実施例1の広角端での収差図である。

【図13】実施例1の望遠端での収差図である。

【符号の説明】

G1…第1群

G2…第2群

G3…第3群

G4…第4群

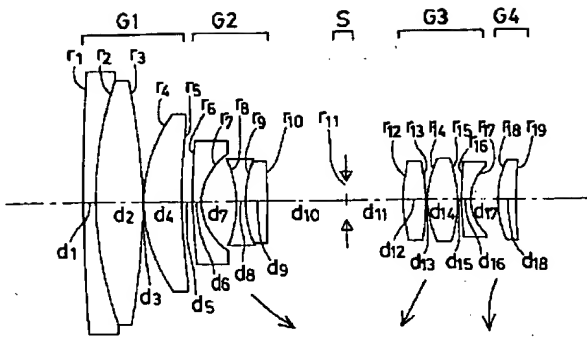
S…絞り

L<sub>31</sub>…第3群の正レンズ

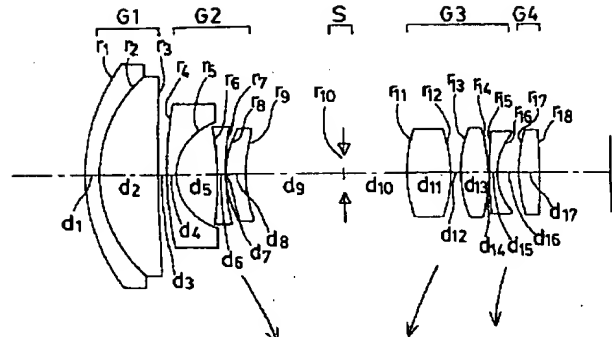
L<sub>32</sub>…第3群の接合レンズ

1…保持枠

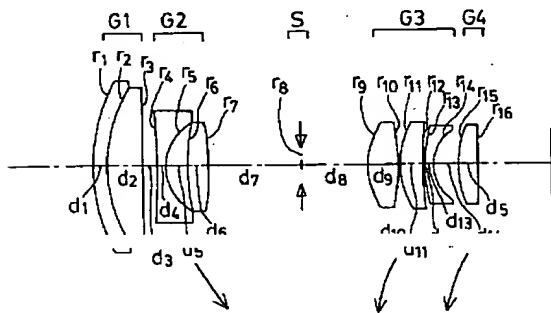
【図 1】



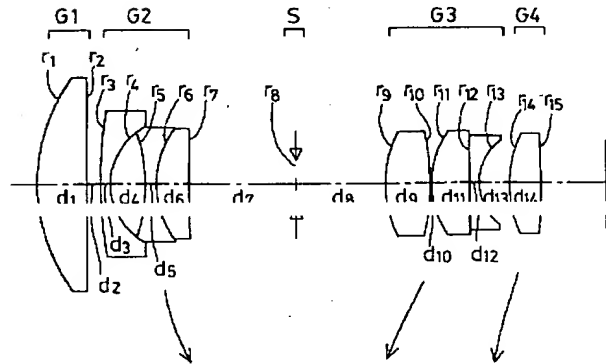
【図 2】



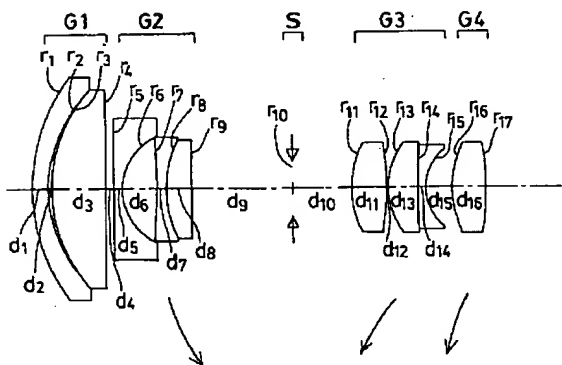
【図 3】



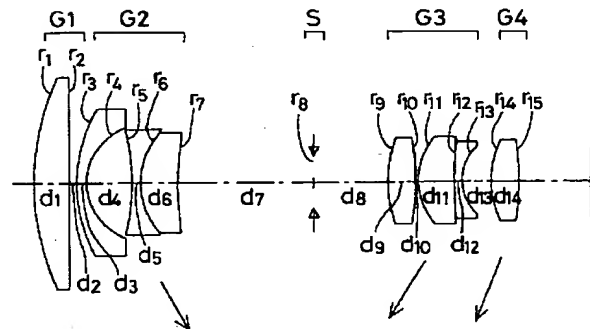
【図 4】



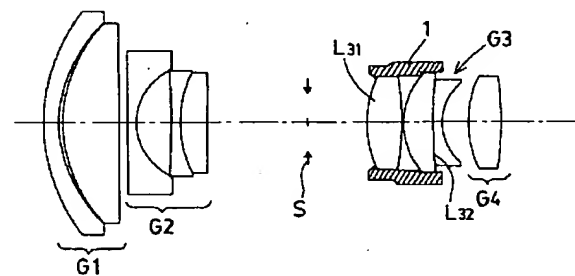
【図 5】



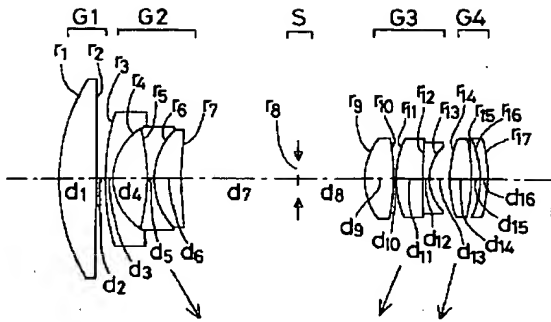
【図 6】



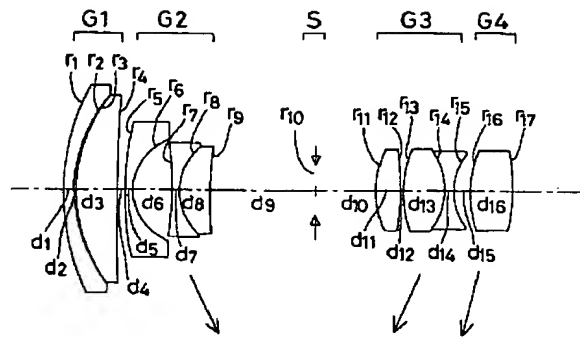
【図 11】



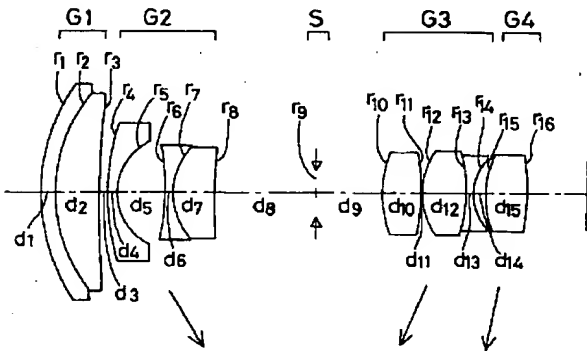
【図 7】



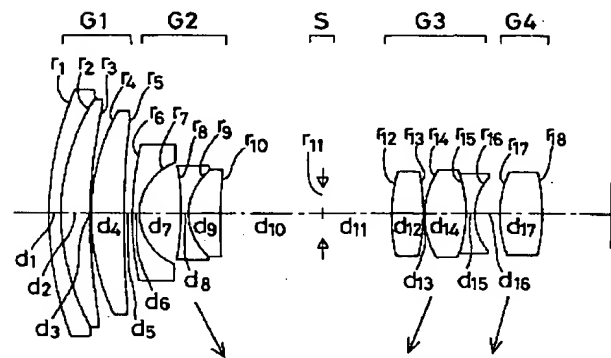
【図 8】



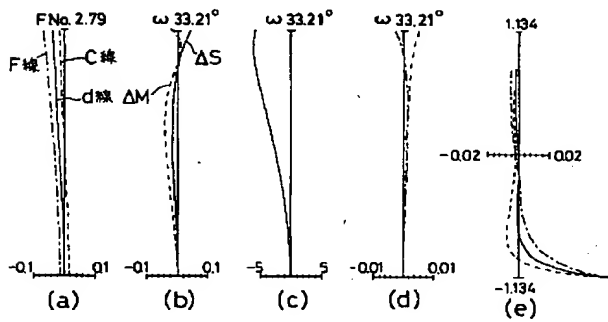
【図 9】



【図 10】



【図 12】



【図 13】

